Canadian Centre
for Occupational
Health and Safety

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

CHAMPS MAGNÉTIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL

P90 - 5F

CHAMPS MAGNÉTIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL

David Charron, P Eng
Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

Mars 1990

CCOHS/CCHST

91-01620/

CHAMPS MAGNÉTIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL

Cette publication a été préparée à l'intention des comités d'hygiène et de sécurité et autres groupes ou individus désirant connaître et réduire les risques professionnels reliés à l'exposition aux champs magnétiques.

Chaque document produit par le CCHST est soumis à une série de révisions. Dans le cadre de ce processus de révision, on demande à des représentants des gouvernements, des employeurs et des travailleurs d'examiner les versions préliminaires des documents du CCHST et de juger de leur exactitude sur le plan technique et de leur lisibilité pour l'usager.

Le CCHST s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu qu'il ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et il ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

This publication is available in English under the title *Magnetic fields in the workplace*.

NUMÉRO DU CCHST P90-5F
ISBN 0-660-92987-2
NUMÉRO DE CATALOGUE MAS CC273-2/90-5F

Date de publication : 1990

250, rue Main est
Hamilton Ontario
L8N 1H6
416-572-2981
Télécopieur 416-572-2206

CCOHS CCHST

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
2.	QUELQUES PRINCIPES DES CHAMPS MAGNÉTIQUES	1
3.	SOURCES D'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES	2
	Technologies à hautes énergies	2
	Imagerie médicale	2
	Distribution électrique	3
	Chauffage industriel et autres utilisations	3
	Terminaux à écran de visualisation et autres appareils	4
4.	DANGERS POSSIBLES POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ RÉSULTANT DE L'EXPOSITION À DES CHAMPS MAGNÉTIQUES STATIQUES	5
5.	DANGERS POSSIBLES POUR LA SANTÉ RÉSULTANT DE L'EXPOSITION À DES CHAMPS MAGNÉTIQUES VARIABLES DANS LE TEMPS	6
6.	NORMES ET LIGNES DIRECTRICES RELATIVES À L'EXPOSITION	7
	Champs magnétiques statiques	7
	Champs variables dans le temps	7
7.	PROTECTION ET CONTRÔLE	10
	ANNEXE A	11
	ANNEXE B	12
	RÉFÉRENCES	13
	LECTURES SUPPLÉMENTAIRES	15

CCOHS/CCHST

1. INTRODUCTION

Il est impossible d'éviter complètement de s'exposer aux champs magnétiques, la Terre elle-même produisant son propre champ. De récents progrès technologiques ont toutefois fait augmenter le nombre des sources de champs magnétiques.

Cette publication résume brièvement ce que sont les diverses sources de champs magnétiques, quels sont les niveaux d'exposition typiques et quels sont les dangers pour la santé résultant de l'exposition aux champs magnétiques. Elle donne aussi le résumé des lignes directrices et mesures de contrôle existantes en matière d'exposition.

2. QUELQUES PRINCIPES DES CHAMPS MAGNÉTIQUES

Un certain nombre de sources peuvent produire des champs magnétiques, notamment les aimants permanents et les courants électriques qui passent par des fils. En fait, tout courant électrique s'accompagne d'un champ magnétique. Les champs magnétiques sont soit statiques, soit variables dans le temps.

Un champ magnétique *statique* ne change ni d'intensité ni de sens. Des exemples typiques nous sont donnés par le champ magnétique de la Terre et par le champ qu'engendre le passage d'un courant continu.

Un champ magnétique *variable dans le temps* change d'intensité ou de sens à intervalles réguliers. Un courant alternatif est typiquement à la source de ce champ. Nous mesurons le nombre de cycles produits par seconde, soit la fréquence, en hertz (Hz).

On emploie couramment plusieurs unités différentes pour indiquer l'intensité d'un champ magnétique. Les plus habituelles sont les ampères (A) par mètre (A/m), le tesla (T) et le gauss (G). Le gauss et le tesla étant de très grandes unités, on indique plutôt les intensités de champ en millièmes de gauss ou milligauss (mG), en millièmes de tesla ou milliteslas, ou même en millionièmes de tesla ou microteslas (uT). Voici un résumé des relations entre ces unités :

- 1 ampère par mètre = 12,5 milligauss
  = 1,25 microtesla
  = 0,00125 millitesla

- 1 microtesla = 0,8 ampère par mètre
  = 10,0 milligauss
  = 0,001 millitesla

- 1 millitesla = 800 ampères par mètre
  = 10 000 milligauss
  = 1 000 microteslas
- 1 milligauss = 0,08 ampère par mètre
  = 0,1 microtesla
  = 0,0001 millitesla

3. SOURCES D'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES

Nous sommes tous constamment exposés au champ magnétique stable de la Terre. L'intensité du champ de la Terre varie entre environ 70 µT aux pôles et environ 30 µT à l'équateur. L'activité solaire et les orages intenses produisent naturellement des champs magnétiques variables dans le temps. L'intensité de ces champs varie entre 0,03 µT et 0,5 µT.[1] Le passage d'un courant électrique produit des champs magnétiques. Par conséquent, tous les dispositifs électriques, par exemple les appareils électroménagers, les machines et le câblage, constituent des sources possibles d'exposition aux champs magnétiques.

Bon nombre de lieux de travail comportent des sources de champs magnétiques. Ces champs peuvent provenir de technologies à hautes énergies, de l'imagerie médicale, de la distribution électrique, des terminaux à écran de visualisation et du chauffage industriel.

Technologies à hautes énergies

Certains dispositifs issus des technologies à hautes énergies, comme les génératrices supraconductrices et des parties des réacteurs à fusion thermonucléaire, produisent des champs magnétiques de forte intensité. Quelques-uns de ces dispositifs comprennent des aimants supraconducteurs et peuvent produire des champs pouvant aller jusqu'à 12 T. L'exposition des travailleurs peut atteindre environ 140 mT.[2] Dans un réacteur à champ magnétique interne de 10 T, les niveaux d'exposition des travailleurs varient entre 5 et 10 mT dans des conditions normales.[3]

Aux installations de recherches, les accélérateurs de particules ou chambres à bulles sont sources de champs magnétiques. Les travailleurs sont exposés aux champs magnétiques chaque fois qu'ils changent des cassettes de film. Les niveaux varient de 0,4 à 0,5 T au niveau des pieds à environ 0,05 T au niveau de la tête.[1]

Imagerie médicale

Certains hôpitaux utilisent des appareils d'imagerie par résonance magnétique (IRM) à des fins de diagnostic. Ils s'en servent pour produire des images de tous les systèmes et tissus des principaux organes. Ces appareils font appel à des champs magnétiques statiques et variables dans le temps. La combinaison de ces champs permet d'obtenir une imagerie médicale à haut degré de clarté.

Des mesures ont démontré que le niveau d'un champ magnétique statique près d'un appareil pouvait dépasser 100 mT, mais les opérateurs de systèmes IRM ne demeurent à cet endroit qu'environ cinq minutes par patient. La plupart du temps, les opérateurs se trouvent près de la console de commande, où l'intensité du champ est inférieure à 1 mT.[4]

Distribution électrique

Des champs magnétiques sont présents dès qu'il y a passage d'un courant électrique, durant la production, la transmission, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique.

L'énergie électrique part de la centrale qui l'a produite. Elle parcourt des milles de lignes haute tension, puis elle traverse des postes extérieurs et des lignes de distribution pour finalement atteindre des maisons, bureaux et usines. Plus le courant est intense, plus l'est également le champ magnétique. Le courant sur une ligne électrique dépend de la consommation d'énergie, qui peut varier considérablement selon l'heure de la journée, la période de l'année et les conditions météorologiques. En Amérique du Nord, les champs magnétiques provenant de la distribution électrique sont à la fréquence de 60 Hz. L'intensité du champ diminue à mesure que l'on s'éloigne des fils.

Diverses occupations comportent une exposition répétée à des champs magnétiques de 60 Hz. Les travailleurs qui risquent le plus d'être exposés à des champs intenses sont :

- ceux qui entretiennent le réseau des compagnies d'électricité
- ceux dont l'occupation exige qu'ils se rapprochent des lignes de transmission, comme les fermiers, ainsi que des lignes de distribution, comme les employés des compagnies de téléphone

L'annexe A résume les niveaux d'exposition reliés à certaines occupations au sein des compagnies d'électricité.

Chauffage industriel et autres utilisations

Réchauffeurs à induction

On emploie à certains lieux de travail des réchauffeurs à induction pour traiter les métaux. Parmi leurs utilisations typiques, on compte la trempe superficielle ou en profondeur, le soudage, la fusion, le brasage et la recuisson de métaux.

La pièce en usinage est placée dans un champ magnétique alternatif produit par des bobines de diverses tailles et formes compatibles. Lorsque le courant électrique traverse la bobine, celle-ci engendre un champ magnétique. Ce champ induit à son tour dans la pièce un courant électrique alternatif, dont le passage provoque le réchauffement.

Les réchauffeurs à induction fonctionnent à des puissances très élevées, qui peuvent atteindre quelques centaines de kilowatts, et à des fréquences allant de 50 Hz à des dizaines de mégahertz (MHz). On utilise habituellement sur les lieux de travail des réchauffeurs fonctionnant à des fréquences inférieures à 1 000 Hz pour la fusion des métaux. C'est ce qu'on appelle des fours à induction.

Le niveau des champs magnétiques au poste de l'opérateur peut poser un danger pour la santé. Les niveaux typiques près des appareils fonctionnant entre 50 Hz et 10 kilohertz (kHz) vont de 1 à 6 mT, et les niveaux produits par les appareils fonctionnant entre 100 kHz et 10 MHz vont de 0,7 à 10,7 µT au poste de l'opérateur.[5]

Soudage à l'arc

Les soudeuses électriques sont également des sources de champs magnétiques. Le soudage à l'arc utilise des courants alternatifs ou continus pouvant atteindre 600 A. Le soudage par étincelage nécessite des courants pouvant atteindre 100 000 A ou 100 kiloampères (kA). Ces opérations de soudage engendrent des champs magnétiques allant de 0,1 mT à 10 mT, selon l'intensité des courants et d'autres facteurs.[6] L'annexe B indique l'intensité des champs magnétiques à divers endroits sur le corps d'un soudeur à l'arc.

Détection des fissures

Des champs magnétiques sont utilisés pour détecter les fissures et la fatigue des pièces métalliques. Un objet d'essai aimanté produit des champs magnétiques chaque fois qu'il existe des fissures ou d'autres défauts. De la poudre magnétique appliquée à l'objet s'accumule à l'emplacement des fissures. Si l'on dirige de la lumière UV vers l'objet à l'essai, les accumulations de poudre magnétique apparaissent sous forme d'une bande luisante sur fond sombre.

Le courant utilisé dans les bobines pour produire le champ magnétique peut subir des variations d'intensité atteignant 5 000 A. Des mesures ont démontré que les opérateurs situés près des appareils de désaimantation peuvent être exposés à des champs d'environ 10 mT pendant une partie importante de leur journée de travail.[7]

Électrolyse et autres industries

Les courants continus intenses utilisés pour la production d'aluminium ainsi que pour d'autres procédés électrolytiques produisent des champs magnétiques statiques ou pulsés. Des mesures indiquent que l'exposition des travailleurs dans une aluminerie va de 10 mT à 50 mT. Dans le cas des autres procédés électrolytiques, l'exposition des opérateurs se situe entre 0,5 et 4 mT.[3]

Terminaux à écran de visualisation et autres appareils

Les TEV constituent un élément essentiel de presque tout bureau moderne, et les inquiétudes quant à leurs effets nuisibles sur la santé sont largement répandues. Un chercheur a découvert que les niveaux d'un champ magnétique à fréquence extrêmement basse (50 Hz à 60 Hz) se situaient entre 0,76 A/m et 4,0 A/m (0,95 µT et 5 µT) près du TEV et entre 0,2 A/m et 0,35 A/m (0,25 µT et 0,44 µT) à 30 cm du terminal. Les TEV émettent aussi des champs magnétiques dans la gamme des fréquences myriamétriques (f. Mam).[8]

Les mesures des champs magnétiques à 60 Hz provenant de couvertures électriques indiquent que les niveaux d'exposition sont d'environ 0,3 µT ou 0,4 µT. L'exposition aux champs magnétiques de 60 Hz engendrés par des lits d'eau à

chauffage électrique est d'environ 1,5 μT.[9] L'exposition à ces champs peut être importante du fait que les utilisateurs sont habituellement en contact avec la couverture ou du lit durant de longues périodes.

4. DANGERS POSSIBLES POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ RÉSULTANT DE L'EXPOSITION À DES CHAMPS MAGNÉTIQUES STATIQUES

Des études démontrent que les champs magnétiques statiques peuvent avoir des effets particuliers.

- Le passage du sang dans le coeur de quelqu'un se trouvant dans un champ magnétique statique produit une tension, indiquée par une pointe sur un électrocardiogramme. Des expériences indiquent que cette tension n'influe pas sur le rythme naturel du coeur.[2]

- L'exposition aux champs magnétiques statiques peut occasionner une augmentation de la pression sanguine. La pression monte d'environ un pour cent dans un champ d'environ 2 T, de cinq pour cent dans un champ de 5 T et de 10 pour cent dans un champ de 8 T.[1]

- Une étude de 1982 révèle que, au sein des fonderies d'aluminium, les travailleurs exposés à de forts champs magnétiques statiques provenant des courants CC intenses utilisés en cours d'électrolyse présentaient des risques accrus de leucémie. Deux autres études portant sur des travailleurs exposés à des champs magnétiques statiques n'ont permis de déceler aucune augmentation des risques de cancer.[1]

- Des études menées dans l'Europe de l'Est indiquent que les travailleurs exposés à des champs magnétiques statiques sont victimes d'irritabilité, de fatigue et de maux de tête. En URSS, des soudeurs exposés à de courtes impulsions de champs magnétiques statiques de 1 000 à 100 000 A/m (1,25 à 125 mT) montraient des signes de troubles du système nerveux et d'augmentation du nombre de globules blancs.[1]

- Les molécules et globules isolés, particulièrement les globules rouges falciformes, tournent dans un champ magnétique statique. Des experts croient que les globules rouges falciformes peuvent tourner et empêcher la circulation sanguine dans les champs magnétiques intenses, par exemple supérieurs à 50 mT.[10]

- Les champs magnétiques peuvent avoir une incidence sur la glande pinéale, partie importante de «l'horloge» biologique d'une personne. Cette glande contribue à déterminer les cycles jour/nuit du corps humain. Des chercheurs sont d'avis que les champs magnétiques peuvent altérer la notion du temps chez les personnes privées d'indices visuels. On a donc indiqué qu'il pouvait ne pas être sage de laisser des personnes exposées à des champs magnétiques supérieurs à 50 mT travailler sans pause durant plusieurs périodes de roulement consécutives.[2]

- Les champs magnétiques statiques peuvent avoir une incidence négative sur les porteurs de stimulateur cardiaque. Ces champs peuvent amener un stimulateur cardiaque à produire des signaux qui pourraient éventuellement nuire au battement naturel du coeur. Des études indiquent que des niveaux aussi faibles que 1,4 mT peuvent influer sur les stimulateurs cardiaques. On a proposé que les porteurs de stimulateur cardiaque demeurent éloignés des endroits où le champ excède 0,5 mT.[2]

- Les prothèses implantées par procédé chirurgical, comme les clips d'anévrisme et diverses clavettes, peuvent changer de position chez une personne qui se trouve à l'intérieur d'un champ magnétique intense, ce qui peut être douloureux et éventuellement dangereux.[2]

- À l'intérieur de champs très intenses, les outils à main ou même les bouteilles de gaz comprimé peuvent devenir des objets volants dangereux et constituer de graves dangers.[2]

5. DANGERS POSSIBLES POUR LA SANTÉ RÉSULTANT DE L'EXPOSITION À DES CHAMPS MAGNÉTIQUES VARIABLES DANS LE TEMPS

Il est de plus en plus évident que les systèmes vivants réagissent aux champs magnétiques variables dans le temps. L'une des premières réactions enregistrées en présence de champs magnétiques est la production de magnétophosphènes, soit la sensation visuelle de clignotement lumineux. Les champs magnétiques entre 10 et 100 Hz et les champs dont l'intensité est supérieure à environ 10 mT créent une telle sensation. Cette sensation ne se produit que durant l'exposition à un champ magnétique, et elle est sans danger dans les cas d'exposition de courte durée. Les chercheurs ne connaissent pas bien les conséquences d'une exposition prolongée à des champs assez intenses pour produire des magnétophosphènes.[1]

Une étude récente, à laquelle ont pris part six laboratoires indépendants, examinait l'incidence de faibles champs magnétiques pulsés de 100 Hz sur le développement des embryons de poulet. Bien qu'il existe des divergences entre les conclusions des différents laboratoires, le projet dans son ensemble a permis d'établir que les champs magnétiques pulsés de très faible intensité et de très basse fréquence contribuent de façon significative à l'augmentation du taux d'anomalies au cours des premiers stades de développement des embryons de poulet.[11] Comme l'on ignore actuellement le mécanisme qui produit cet effet chez les embryons de poulet, il est impossible de déterminer si l'on pourrait s'attendre au même résultat chez les humains.

Certaines données laissent croire que l'utilisation de couvertures électriques ou de lits d'eau à chauffage électrique augmente les risques de fausse couche.[9] Une autre étude récente établit le lien entre le travail à un TEV et l'augmentation des risques de fausse couche.[12] Il n'existe toutefois aucune preuve concluante que les champs magnétiques provenant de ces dispositifs en sont la cause.

Plusieurs études révèlent l'accroissement du taux de leucémie chez les électriciens et les électroniciens susceptibles d'être exposés à des champs magnétiques de 50 Hz ou 60 Hz. Un chercheur a noté que les opérateurs de centrale électrique présentaient un taux de mortalité due à la leucémie deux fois et demie plus élevé que le taux prévu.[13] Un récent examen des études portant sur les effets qu'a sur la santé le travail avec du matériel électrique a révélé que les électriciens semblaient présenter de plus forts risques de leucémie. Les auteurs précisent toutefois qu'il était impossible de déterminer si l'augmentation du taux de leucémie était due à des champs électromagnétiques ou à d'autres facteurs auxquels sont soumis les électriciens.[14]

Certaines études auprès de personnes vivant près de lignes électriques à forte intensité montrent une augmentation du taux de cancer. D'autres études ne révèlent aucun lien entre le lieu d'habitation et le taux de cancer. Bien qu'ils soient loin d'avoir démontré les risques de développement d'un cancer dû à des champs produits par les fréquences d'alimentation, les experts croient qu'il existe un besoin urgent de recherches plus approfondies dans ce secteur.[13]

6. NORMES ET LIGNES DIRECTRICES RELATIVES À L'EXPOSITION

Le Canada n'a aucun règlement relatif à l'exposition aux champs magnétiques; il ne dispose que de lignes directrices à l'intention des opérateurs d'appareils d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Une ligne directrice est un ensemble de règles que les gens respectent de leur propre gré. Un règlement ou une norme est un ensemble de règles que met légalement en vigueur l'organisme de réglementation compétent.

Champs magnétiques statiques

Il n'existe que quelques lignes directrices relatives à l'exposition aux champs magnétiques statiques en milieu de travail. Le tableau 1 indique les limites fixées par l'URSS, l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists, le département de l'énergie des États-Unis et des laboratoires indépendants. Seule l'URSS dispose d'une norme nationale.

Il existe également des lignes directrices relatives aux limites d'exposition des opérateurs aux champs magnétiques statiques provenant des appareils cliniques d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Le tableau 2 indique les lignes directrices de la Grande-Bretagne et du Canada.

Champs variables dans le temps

Plusieurs organismes ont proposé des lignes directrices limitant l'exposition aux champs magnétiques variables dans le temps. Le tableau 3 résume ces lignes directrices.

Tableau 1 - Résumé des lignes directrices relatives à l'exposition aux champs magnétiques statiques[1]

Organisme	Limite d'intensité de champ	Durée d'exposition	Partie du corps
URSS	0,01 T	8 h	tout le corps
Centre à accélérateur linéaire de Stanford	0,02 T	prolongée (h)	tout le corps
	0,2 T	courte (min)	toute le corps
	0,2 T	prolongée (h)	mains/bras
	2 T	courte (min)	mains/bras
Dép. de l'énergie des États-Unis	0,01 T	8 h	tout le corps
	0,1 T	1 h ou moins	tout le corps
	0,5 T	10 min ou moins	tout le corps
	0,1 T	8 h	mains/bras
	1 T	1 h ou moins	mains/bras
	2 T	10 min ou moins	mains/bras
Laboratoire à accélérateur du CERN, Genève, Suisse	0,2 T	minutes	tout le corps
	2 T	courte (min)	mains/bras et pieds
Lawrence Livermore National Laboratory (É.-U.)	0,06 T	jour	tronc
	0,6 T	jour	extrémités
	2 T	courte (min)	tout le corps
American Conference of Governmental Industrial Hygienists	60 mT	jour	tout le corps
	600 mT	jour	extrémités
National Radiological Protection Board (R.-U.)	20 mT	2 h	tout le corps

h = heure min = minute T = tesla mT = millitesla

Tableau 2 - Résumé des limites d'exposition aux appareils d'imagerie par résonance magnétique[1]

Organisme	Limite d'intensité de champ	Durée d'exposition	Partie du corps
National Radiological Protection Board (R.-U.)	0,02 T	longues périodes	tout le corps
	0,2 T	longues périodes	mains/bras
	0,2 T	15 min	tout le corps
	2 T	15 min	mains/bras
Santé et Bien-être social Canada	0,01 T	jour de travail	tout le corps
	plus de 0,01 T	maintenu au minimum	-

Tableau 3 - Résumé des limites d'exposition aux champs magnétiques variables dans le temps[1]

Organisme	Fréquence (Hz)	Limite du champ magnétique (mT)	Durée d'exposition
URSS*	50	7,5	1 h
		4,0	4 h
		1,8	8 h
ACGIH+	60	1,0	
NRPB**	moins de 10	1,0	moins de 2 h
	50	1,9	moins de 2 h
	60	1,6	moins de 2 h
	100	0,9	moins de 2 h
	500	0,2	moins de 2 h
AIRP	50/60	0,5	jour de travail
tout le corps		5,0	moins de 2 h
membres		25,0	-

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists
NRPB = National Radiological Protection Board (R.-U.)
AIRP = Association internationale de radioprotection

Notes

* *La norme de l'URSS publiée en 1985 limite l'exposition aux champs magnétiques de 50 Hz.*

\+ *Le Physical Agents Committee de l'ACGIH étudie une TLV (valeur limite de seuil) applicable aux champs magnétiques basse fréquence dans la gamme de 1 Hz à 20 kHz. Elle se fonde sur la limite de 60 mT/f, où f désigne la fréquence en Hz. La valeur TLV doit servir de guide, et non de règle, pour les professionnels de la santé.*[15]

** *Le NRPB a présenté un projet de proposition limitant l'exposition aux champs électriques et magnétiques. La proposition établit les limites d'exposition de tout le corps aux champs magnétiques en cours d'emploi, pour une période n'excédant pas deux heures.*[15]

7. PROTECTION ET CONTRÔLE

Divers contrôles administratifs ou mesures de protection peuvent réduire les risques de l'exposition aux champs magnétiques. La méthode préférable de contrôle dépend de la source et des niveaux de champ. Les techniques applicables aux hautes énergies ne conviennent pas à la réduction de l'exposition due, par exemple, aux terminaux à écran de visualisation.

Dans le cas des technologies à hautes énergies, l'une des mesures de contrôle les plus fondamentales consiste à limiter le temps que passent les gens dans des zones où existent des champs magnétiques intenses. Comme l'intensité des champs magnétiques diminue avec la distance par rapport à la source, il est également possible d'exercer un contrôle efficace en éloignant les gens de cette source.

Les mesures de contrôle administratif comprennent l'utilisation de panneaux d'avertissement et la détermination de zones à accès spécial afin de limiter l'exposition aux endroits où les champs magnétiques sont intenses (par exemple plus de 50 mT). Elles doivent également restreindre à ces endroits les entrées et sorties de certains outils à main, par exemple les tournevis, les ciseaux et même les bouteilles de gaz comprimé. Les contrôles administratifs doivent garantir que les personnes porteuses de stimulateur cardiaque, ou d'autres implants médicaux, électroniques ou électriques, ne sont pas exposées à des champs supérieurs à 1 mT.[10,17]

L'utilisation d'un matériau de blindage pour réduire l'exposition aux champs magnétiques constitue une mesure de contrôle coûteuse. Elle exige des études techniques minutieuses ainsi que des matériaux spéciaux. L'utilisation d'un blindage peut ne pas être rentable dans les grandes installations, par comparaison avec l'augmentation des distances ou d'autres contrôles administratifs.[1]

Afin de réduire l'exposition inutile à des champs magnétiques faibles, il se peut que l'on décide d'adopter des mesures de prudence. Par exemple, des gens peuvent réduire leur exposition aux champs magnétiques de 60 Hz en cessant volontairement d'employer une couverture électrique ou un lit d'eau à chauffage électrique.[18] Ils peuvent également décider de réduire leur exposition aux champs magnétiques des TEV en passant à un affichage à cristaux liquides (LCD) ou en augmentant leur éloignement par rapport au TEV.[19]

ANNEXE A

Tableau - Niveaux mesurés d'exposition aux champs magnétiques pour divers métiers de l'électricité[20]

Occupation	Champ magnétique (uT)	(mG)
Monteur de ligne de distribution	1,45	14,5
Monteur de ligne de transmission	1,31	13,1
Électricien en appareils	3,44	34,4
Épisseur 2,08	20,8	
Mécanicien en appareils	1,18	11,8
Opérateur adjoint de centrale électrique	1,14	11,4

uT = microtesla
mG = milligauss

ANNEXE B

Tableau - Intensité mesurée des champs magnétiques sur le corps d'un soudeur à l'arc[21]

Point de mesure	Moyenne (A/m)	Moyenne (uT)	Minimum (A/m)	Minimum (uT)	Maximum (A/m)	Maximum (uT)
Tête	53	66	0,3	0,4	160	200
Poitrine	72	90	3,0	3,8	210	263
Taille	140	175	0,4	0,5	350	438
Gonades	138	173	2,0	2,5	500	625
Mains	133	166	3,0	3,8	800	1 000
Jambes	115	144	4,0	5,0	300	375

A/m = ampères par mètre
uT = microtesla

RÉFÉRENCES

1. Magnetic fields. (Environmental health criteria 69) Ceneva: World Health Organization, 1987.

2. Miller, G. Exposure guidelines for magnetic fields. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 48, no. 12 (1987) p. 957-968.

3. Stuchly, M.A. Human exposure to static and time-varying magnetic fields. Health Physics. Vol. 51, no. 2 (1986) p. 215-225.

4. Stuchly, M.A. et al. Survey of static magnetic fields around magnetic resonance imaging devices. Health Physics. Vol. 53, no. 3 (1987) p. 321-324.

5. Stuchly, M.A. et al. Induction heating and operator exposure to electromagnetic fields. Health Physics. Vol. 49, no. 5 (1985) p. 693-700.

6. Lovsund, P. et al. ELF magnetic fields in electrosteel and welding industries. Radio Science. Vol. 17, no. 5S (1982) p. 35S-38S.

7. Ostberg, O. et al. Exposure to magnetic fields: occupational hygiene study presented at SAS Lintaverken, Stockholm. (Report no. 623/75/AMMF) Stockholm: Worker Protection Agency, 1976.

8. Juutilainen, J. et al. Measurements of extremely low-frequency magnetic fields around video display terminals. Scandinavian Journal of Work Environment and Health. Vol. 12, no. 6 (1986) p. 609-613.

9. Wertheimer, N. et al. Possible effects of electric blankets and heated waterbeds on fetal development. Bioelectromagnetics. Vol. 7, no. 1 (1986) p. 13-22.

10. Miller, G. Working in magnetic fields. (Health and Safety Manual Supplement 26.12) Livermore, Calif.: Lawrence Livermore National Laboratory, 1985.

11. Berman, E. et al. The Henhouse Project: effect of pulsed magnetic fields on early chick embryos. Tenth Annual meeting: abstracts: presented at Westin Hotel, Stamford, Connecticut, June 19-23, 1988. Gaithersburg, Maryland: Bioelectromagnetics Society, 1988. p. 14.

12. Goldhaber, M.K. et al. The risk of miscarriage and birth defects among women who use video display terminals during pregnancy. American Journal of Industrial Medicine. Vol. 13, no. 6 (1988) p. 695-706.

13. Slesin, L. Power lines and cancer: the evidence grows. Technology Review. Vol. 90 (Oct. 1987) p. 53-59.

14. Coleman, M. et al. A review of epidemiological studies of the health effects of living near or working with electricity generation and transmission equipment. International Journal of Epidemiology. Vol. 17, no. 1 (1988) p. 1-13.

15. Sliney, D. Proposed threshold limit value (TLV) for low frequency magnetic fields. Bioelectromagnetics Society Newsletter. No. 84 (Sept./Oct. 1988) p. 10.

16. Advice on the protection of workers and members of the public from the possible hazards of electric and magnetic fields with frequencies below 300 GHz: a consultative document. Didcot, U.K.: National Radiological Protection Board, 1986.

17. TLVs: threshold limit values and biological exposure indices for 1989-90. Cincinnati, Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1989. p. 123.

18. Morgan, G. Electric and magnetic fields from 60 Hertz electric power: what do we know about possible health risks? Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, 1989.

19. Group designs office to reduce radiation exposure. VDT News. Vol. 6, no. 3 (1989) p. 2-3.

20. Deadman, J.E. et al. Occupational and residential 60-Hz electromagnetic fields and high-frequency electric transients: exposure assessment using a new dosimeter. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 49, no. 8 (1988) p. 409-419.

21. Stuchly, M.A. et al. Exposure to electromagnetic fields in arc welding. Health Physics. Vol. 56, no. 3 (1989) p. 297-302.

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Allison, W.W. Magnetic field effects on humans. Professional Safety. Vol. 33, no. 6 (1988) p. 28-30.

Biological effects and dosimetry of static and ELF electromagnetic fields. Edited by M. Grandolfo et al. (Ettore Majorana international science series: life sciences v. 19). New York: Plenum Press, 1985.

Biological effects of static and extremely low frequency magnetic fields. J.H. Bernhardt, editor. Munich: MMV Medizm Verlag Munchen, 1986.

Handbook of biological effects of electromagnetic fields. Editors, C. Polk et al. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1986.

Marsh, D.L. et al. Health effects of occupational exposure to steady magnetic fields. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 43, no. 6 (1982) p. 387-394.

Martin, A.H. Magnetic fields and time dependent effects on development. Bioelectromagnetics. Vol. 9, no. 4 (1988) p. 393-396.

Micro wave news. New York: Microwave News, 1981- .